*ПАРАЗИТОЛОГИЯ, 32, 1, 1998*

*УДК 576.895.421 + 591.54*

# ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ ТАЕЖНОГО КЛЕЩА И ИХ СВЯЗЬ С ПОГОДНЫМИ И КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

**© Ю. С. Коротков**

В статье продолжено обсуждение опубликованных ранее материалов (Коротков и др., 1992) по динамике численности *Ixodes persulcatus* в нагорных лесах центральной части Красноярского края за 1958—1990 гг. Подтверждены нестационарность и полицикличность исследуемого процесса. Показано, что долгосрочные и среднесрочные квазипериодические колебания численности обусловлены сукцессионными изменениями лесных биоценозов, происходящими в свою очередь под влиянием соответствующих колебаний климата.

---

Мониторинг численности таежного клеща *Ixodes persulcatus* Sch., 1930 входит составной частью в программы изучения и профилактики клещевого энцефалита, а в последние годы и иксодовых клещевых боррелиозов (Коренберг, 1996). В ряде мест постоянные наблюдения проводятся уже в течение 30 и более лет. Накопленные материалы имеют важное значение для понимания причин колебания численности таежного клеща и напряженности эпизоотического процесса в очагах переносимых им инфекций. Вместе с тем основной массив этих данных остается неопубликованным. Одной из причин такого положения мы считаем отсутствие надежной методической базы представления и количественной обработки результатов многолетних полевых наблюдений. Большие надежды возлагались на регрессионные методы исследования, получившие широкое распространение в 70-е годы. С их помощью удавалось в ряде случаев довольно успешно описывать «короткие» (до 10 лет) ряды наблюдений (Верета, 1975; Волков, Ершов, 1979; Окулова, 1986, и др.). Предполагалось, что по мере накопления материала будет возрастать и достоверность описания взаимодействующих систем. Однако выяснилось, что по мере роста числа наблюдений эффективность такого подхода резко падала. Одной из главных причин постигшего разочарования мы считаем высокую чувствительность регрессионных моделей к изменению структуры анализируемых последовательностей (Коротков и др., 1992). Известно, что обязательным условием применения регрессионных методов является стационарность описываемого числового ряда (Компьютерная биометрика, 1990). Ряд считается стационарным, если его математическое ожидание (средняя) и дисперсия сохраняют постоянство во времени, т. е. они остаются неизменными на различных участках числовой последовательности. Сейчас же становится все более очевидным, что динамика различных компонентов природных очагов клещевого энцефалита и других трансмиссивных инфекций имеет (при длительных наблюдениях) довольно сложную структуру и включает в себя трендовые, циклические и случайные компоненты (Ягодинский, 1977; Максимов, 1984; Наумов и др., 1984; Коротков и др., 1989, 1992). Такие данные, следовательно, не могут относиться к числу стационарных. Применение методов регрессионного анализа к нестационарным числовым последовательностям приводило нередко к парадоксальным результатам, находившим отражение в смене знака оцениваемых коэффициентов регрессии на различных временных отрезках (Коротков и др., 1992). Подобный же эффект, как показано в обзоре Наумова (1985), проявляется и при сравнительном анализе результатов исследования различных авторов. Обойти возникающие трудности позволяют современные средства компьютерной обработки временны́х рядов, такие как автоматическая стабилизация числовой последовательности, гармонический анализ и синтез, авто- и кросс-корреляционные функции.

В настоящем сообщении приводятся дополнительные сведения о причинах полициклических колебаний численности таежного клеща в нагорных лесах центральной части Красноярского края. Основное внимание сосредоточено на оценке взаимосвязи отдельных структурных компонентов в динамике численности клещей с колебаниями погодных и климатических условий.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве основного материала используются опубликованные нами ранее данные за 1958—1990 гг. по численности голодных имаго таежного клеща в заповеднике «Столбы» (Коротков и др., 1992). Статистические расчеты проводились на компьютере с помощью пакета программ STATGRAPHICS. Алгоритм отбора переменных, включаемых в статистические модели, строится на основе представлений о лимитирующих факторах среды и периодизации жизненного цикла таежного клеща, изложенных в наиболее общем виде в работах Балашова (1967) и Лутты (1972).

В базу данных включены наблюдаемая численность голодных взрослых клещей в сезон их массовой активности — число особей на 1 км маршрута человека с флагом в среднем за четыре декады, среднесезонная численность мелких млекопитающих — число особей на 100 ловушко-ночей, подекадные таблицы основных метеорологических явлений (сумма температур, сумма осадков, максимальная высота снежного покрова). В ходе исследования база данных пополнялась результатами промежуточных вычислений, такими как трендовые и циклические составляющие, авто- и кросс-корреляционные функции, корреляционные матрицы, периодограммы, компьютерные слайды и т. п. В тексте приняты следующие сокращения: r — коэффициент корреляции, R — коэффициент детерминации, F — критерий Фишера, p — вероятность расхождения между исходными и расчетными значениями.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Спектральный анализ хронологических рядов динамики численности таежного клеща и некоторых факторов среды, проведенный нами ранее, показал наличие в их структуре циклических и трендовых составляющих (Коротков и др., 1992). Дисперсия временно́го ряда численности клещей распределяется между отдельными структурными компонентами следующим образом: линейный тренд — 11.2 %, 10—11-летняя компонента — 37.2, гармоника с двухлетним периодом — 32.5, случайные колебания — 19.1 %.

1. Анализ трендов. Под трендом понимается направленное возрастание или убывание значений временно́го ряда. Тренд можно выразить аналитически в виде параболы 1-го (линейный тренд) или 2-го порядков (квадратический тренд). Выявление линейного тренда является необходимой статистической процедурой, позволяющей стабилизировать числовой ряд, и служит одной из предпосылок дальнейшей корректной обработки материала. Наличие квадратических трендов указывает на возможность существования долгосрочных циклов с периодом, превышающим длину анализируемой числовой последовательности. Выделение и сопоставление трендов представляет значительный интерес при оценке причин длительных направленных изменений численности изучаемого объекта и других популяционных процессов.

Средняя численность на различных временны́х отрезках 33-летнего хронологического ряда не остается постоянной (рис. 1). Ее изменения можно представить в виде линейной или квадратической регрессии

$$Y_1 = 16.7 + 0.58T \ (r = 0.58,\ R = 0.33,\ F = 4.0,\ p < 0.05) \qquad (1)$$

$$Y_q = 41.6 - 1.43T + 0.036T^2 \quad (r = 0.7,\ R = 0.48,\ F = 14.5,\ p < 0.05), \qquad (2)$$

где $Y_l$ и $Y_q$ — расчетная численность клещей по линейному и квадратическому тренду, T — номер года (нумерация с 1947 г.).

Согласно линейному тренду численность увеличивается с 23 в начале периода наблюдений до 42 клещей/км — в его конце. Квадратический тренд указывает на более сложный характер ее изменения. Она несколько снижается в течение первых 10 лет и неуклонно растет в последующие 22 года. В годы минимума (1965—1970 гг.) средняя численность падает до 27—28, а в конце 80-х годов возрастает до 45—48 клещей/км.

Подобные тренды можно наблюдать и в динамике важнейших компонентов среды обитания таежного клеща. Они могут совпадать по фазе или находятся в противофазе с аналогичной структурной компонентой в динамике численности клещей (рис. 1). К одному из основных биотических факторов, определяющих численность таежного клеща в природных условиях, относят мелких млекопитающих (Никифоров, 1968). Интересно отметить, что в наших условиях квадратический тренд численности прокормителей преимагинальных фаз развития клеща находится в противофазе с численностью имаго. Это наряду с установленными ранее структурными различиями сравниваемых процессов и отсутствием функциональной связи между ними позволяет заключить, что прокормители выступают хотя и обязательным, но не лимитирующим фактором среды. Подобное состояние характерно не только для районов Средней Сибири, где проводилась наша работа, но и для большей части ареала таежного клеща, кроме некоторых районов Дальнего Востока (Лабзин, 1985).

К числу наиболее значимых климатических факторов относят те из них, которые характеризуют сумму тепла и влаги, необходимой для успешного развития таежного клеща (Лутта, 1972). Самые общие из них — это сумма годовых осадков, сумма эффективных температур и количество осадков, выпадающих в летние месяцы. На развитие таежного клеща могут влиять и условия весеннего увлажнения, зависящие главным образом от запаса влаги, накопленного в зимние месяцы. По мнению климатологов, этот запас в умеренных широтах значительно лучше отражается в максимальной высоте снежного покрова, чем в количестве выпадающих осадков за этот период (Глобальный климат, 1987). Рост численности таежного клеща в трендовых составляющих протекает на фоне снижения суммы эффективных температур, увеличения годовой суммы осадков, снижения суммы осадков в летние месяцы и накопленной к весне влаги (рис. 1).

Принято считать, что увеличение суммы эффективных температур способствует ускоренному развитию клещей, сокращению общей продолжительности цикла развития, увеличению численности взрослых особей (Бабенко, 1968; Лутта, 1972; Окулова, 1986). Следует вместе с тем принять во внимание тот факт, что в цитированной литературе рассматривалось только влияние погодных условий отдельных лет. Когда мы пытаемся анализировать влияние на численность клещей длительных климатических изменений, то это влияние принимает иной характер. Из данных, представленных на рис. 1, видно, что трендовая компонента суммы эффективных температур находится в противофазе с аналогичной компонентой в динамике численности таежного клеща. Если повышение летней температуры в отдельные годы и способствует увеличению численности клещей в ближайшие 1—2 года, то длительное потепление климата, напротив, сопровождается ее снижением. Подобное влияние на ход изменения средней численности клещей оказывает и сумма осадков, выпадающих как в летний, так и в зимний периоды.

Таким образом, численность клещей в трендовых составляющих определенным образом синхронизирована с аналогичными компонентами в структуре климатических данных, которые в свою очередь синхронизированы между собой, совпадая по фазе или находясь в противофазе. С формальной точки зрения, любой из этих факторов, включая и численность мелких млекопитающих, мог бы описать с высокой

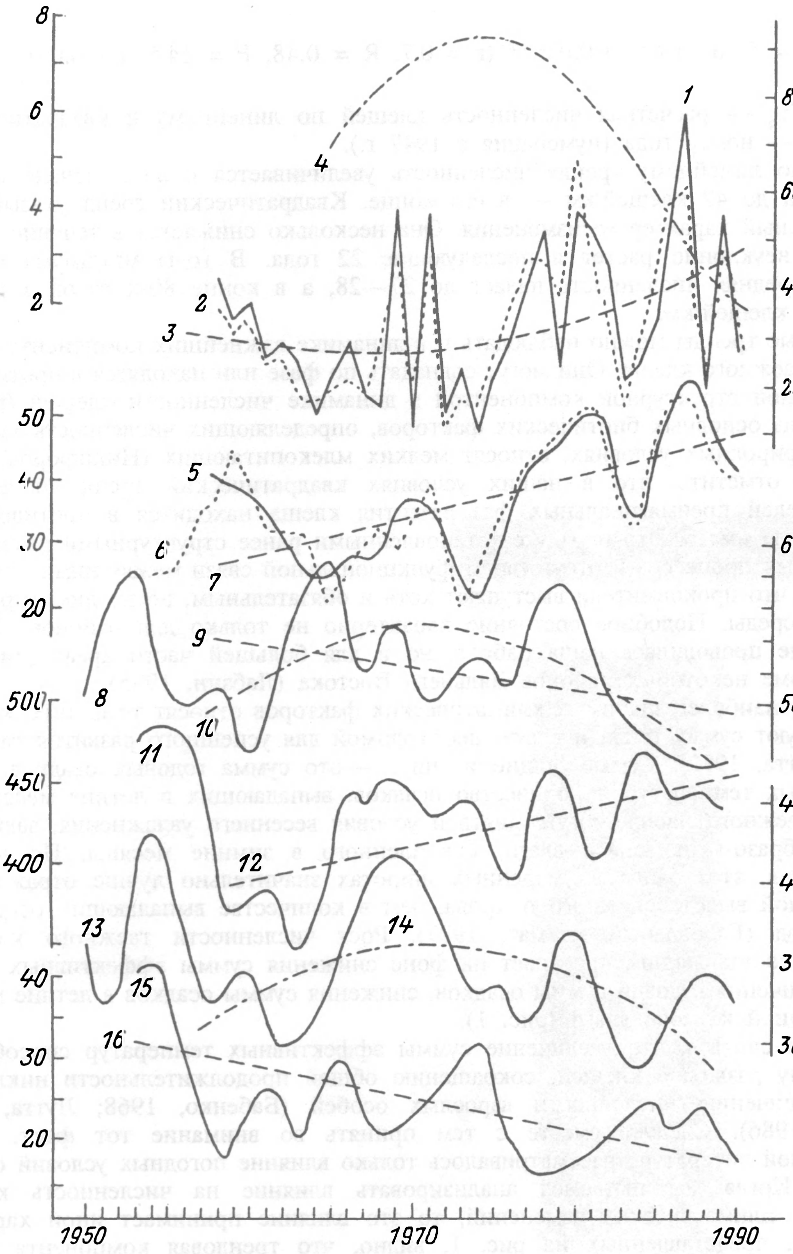

Рис. 1. Трендовые и среднесрочные циклические составляющие в ходе изменения численности таежного клеща и некоторых факторов среды.

*1—3* — численность клещей (клещей/км): наблюдаемые и расчетные значения, квадратический тренд; *4* — квадратический тренд численности мелких млекопитающих — зверьков на 100 ловушко-суток, шкала слева (по: Коротков и др., 1992); *5, 6* — сглаженная и расчетная среднесрочная циклическая компонента в динамике численности клещей; *7* — линейный тренд в динамике численности клещей; *8—10* — сумма эффективных температур, °С: среднесрочные циклы, линейный и квадратический тренд; *11, 12* — суммма годовых осадков, мм: среднесрочные циклы, линейный тренд; *13, 14* — сумма осадков за июнь-август, мм: среднесрочные циклы, линейный тренд; *15, 16* — максимальная высота снежного покрова, см: среднесрочные циклы, линейный тренд. По оси абсцисс — годы; по оси ординат — показатели численности и климата.

Fig. 1. Trend and middle-term cyclic components in dynamics of the taiga tick number and of some environment factors.

вероятностью ход изменения численности клещей по линии трендов. Однако в действительности ни один из них на данном этапе исследования не может использоваться в качестве аргумента ввиду наблюдаемого параллелизма в ходе различных природных процессов и очевидной коллинеарности их трендов, с одной стороны, и абсурдностью некоторых тенденций, например обратно пропорциональной зависимостью между численностью клещей и обилием мелких млекопитающих. Кроме того, многолетнее направленное изменение климата протекает не только в трендовых составляющих (в общем смысле — в циклах более высокого порядка — от 30 лет и более), но и в среднесрочных циклах порядка 5—17 лет. Причем в этих циклах нередко наблюдаются тенденции, отличные или даже противоположные таковым в трендовой компоненте. Так, например, повышение суммы эффективных температур в 60-е годы сопровождалось резким снижением численности клещей, а в конце 70-х — значительным ее повышением. Сумма летних осадков совпадала по фазе с суммой эффективных температур в трендовых составляющих, но находилась в противофазе в среднесрочных циклах (рис. 1).

Тренд-анализ позволил составить самое общее представление о долговременных тенденциях изменения численности таежного клеща и их преимущественной обусловленности соответствующими изменениями климата. В лесах центральной части Красноярского края наиболее благоприятные возможности для развития и размножения клещей на протяжении ряда лет складываются в периоды с сухими и теплыми веснами, умеренными гигротермическими условиями лета.

2. Анализ среднесрочных циклов. В ходе предварительного исследования установлено, что влияние на численность клещей таких элементов климата, как сумма годовых осадков, сумма эффективных температур и количество осадков, выпадающих в летний период, хорошо заметное в трендовой компоненте, в среднесрочных циклах не прослеживается или принимает более сложный характер. Оценить взаимосвязь гигротермических условий лета с численностью клещей удается только при дифференцированном подходе, учитывающем распределение тепла и влаги по сезону. Существенную помощь при отборе аргументов той или иной циклической функции оказывает кросс-корреляционный анализ.

Предположение о возможном влиянии исследуемого фактора на численность клещей делается по левой части коррелограммы (рис. 2), на которой численность отстает от воздействующего фактора на 1 год и более. Биологический смысл имеют коэффициенты, рассчитанные за 1—2 предшествующих сезона, т. е. в период развития личинок и нимф. Значительная корреляция на большем удалении от нулевого лага как справа, так и слева дает представление только о некоторых особенностях синхронизации сравниваемых процессов. Кросс-корреляция между среднесрочной циклической составляющей в динамике численности клещей и климатическими показателями имеет либо достаточно выраженный периодический характер (высота снежного покрова, сумма температур за август—сентябрь; в меньшей степени — сумма осадков за июнь—сентябрь), либо принимает вид случайных флуктуаций (сумма температур и сумма осадков за май—июнь). Кросс-корреляция численности с первой группой факторов периодически меняет свой знак. Так, с максимальной высотой снежного покрова она вблизи нулевого лага составляет –0.43 и –0.46, а при лаге 5—6 и 10—11 лет соответственно 0.48, 0.52 и –0.32, –0.37 (рис. 2, *Б*). Аналогичным образом изменяется характер корреляции между среднесрочной циклической компонентой численности клещей и суммой температур за август—сентябрь (рис. 2, *Г*). Перечисленные связи находят подтверждение и в регрессионных моделях. Циклическая составляющая численности с высокой точностью описывается линейным уравнением, в котором в качестве аргумента включается высота снежного покрова, сумма эффективных температур и гигротермические условия первой и второй половин весенне-летнего сезона ($r = 0.9$, $R = 0.81$, $F = 13.2$, $p = 0.000$). Пошаговое исключение коллинеарных аргументов приводит к упрощению уравнения до вида

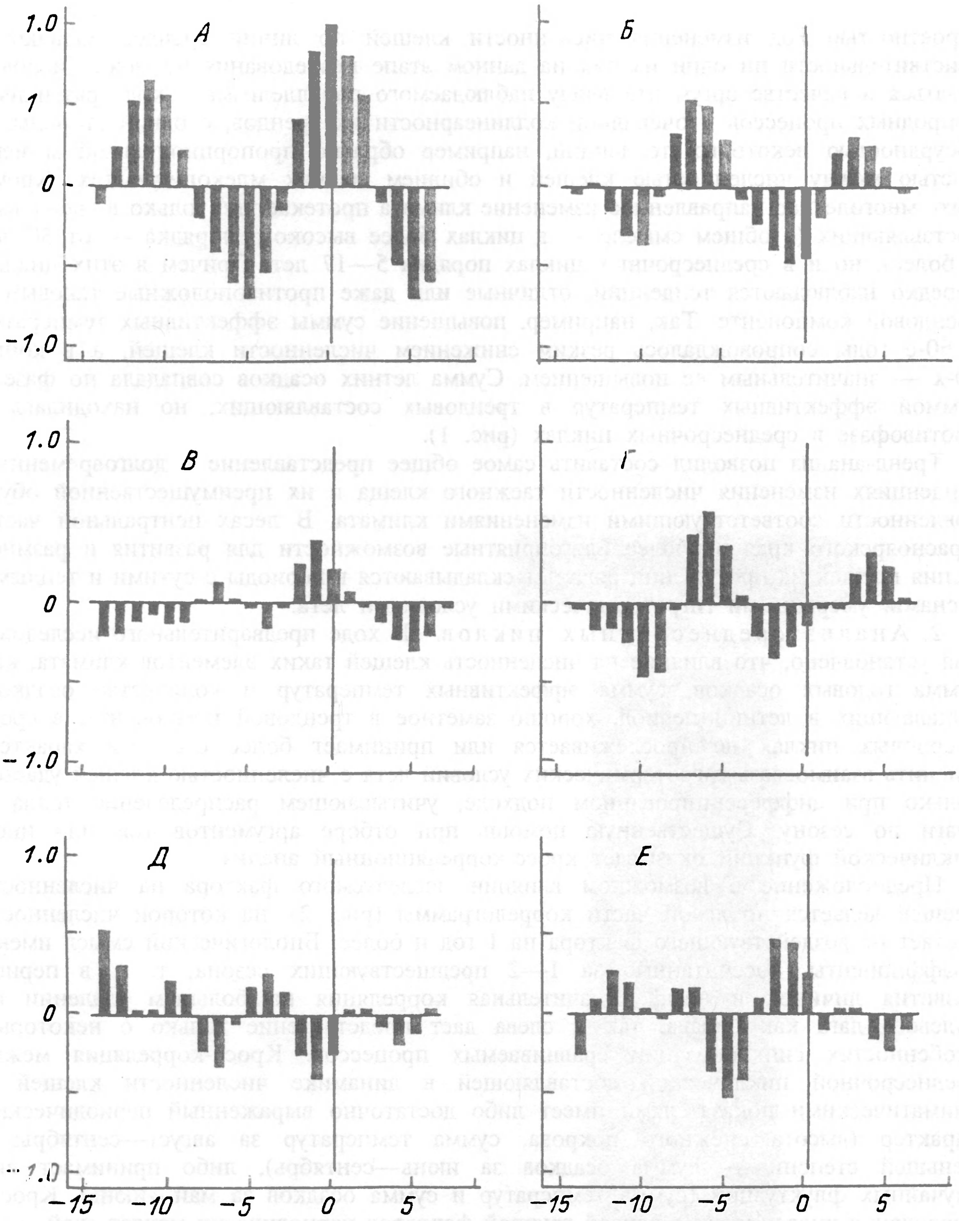

Рис. 2. Кросс-корреляция среднесрочных циклов численности таежного клеща и климатических показателей.

*А* — двусторонняя автокорреляция численности; *Б—Е* — кросс-корреляция численности с максимальной высотой снежного покрова, см. *Б*, суммой температур за май-июнь, °С (*В*), суммой температур за август-сентябрь, °С (*Г*), суммой осадков за май-июнь, мм (*Д*), суммой осадков за июль-сентябрь, мм (*Е*). По оси абсцисс — величина сдвига между переменными; по оси ординат — коэффициенты корреляции.

Fig. 2. Cross-correlation of middle-term cycles of the taiga tick number and climatic indices.

$$Y = -47.09 - 0.28X_1 - 0.10X_2 + 0.10X_3 + 2.93X_4 - 0.06X_5 \qquad (3)$$

$$(r = 0.87,\ R = 0.76,\ F = 14.2,\ p = 0.000),$$

где $X_1$ — максимальная высота снежного покрова (отклонения от тренда), $X_2$ — сумма эффективных температур (отклонения от тренда), $X_3$ — сумма осадков за июль—сентябрь, $X_4$ — сумма температур за май—июнь, $X_5$ — сумма осадков за май—июнь. Дисперсионный анализ показал, что сила влияния анализируемых факторов на флуктуацию численности клещей в среднесрочных циклах распределяется следующим образом: уровень накопленной к весне влаги (максимальная высота снежного покрова) — 30.1 %, гигротермические условия в мае—июне и июле—сентябре — 46.3 и 27.6 %.

С практической точки зрения, значительно больший интерес представляют регрессионные модели, описывающие ход изменения численности таежного клеща по сумме двух структурных составляющих: линейного тренда и среднесрочной 10—11-летней циклической компоненты. Суммарная кривая описывается с помощью тех же аргументов, которые использовались и при моделировании среднесрочных циклов. Наиболее существенное отличие заключается в добавлении такой переменной, как сумма годовых осадков. Теоретическая кривая в этом случае практически полностью повторяет наблюдаемые значения (рис. 1). Отклонения составляют всего 9.5 % ($r = 0.96$, $R = 0.91$, $F = 34.2$, $p = 0.000$). Сходные данные удается получить и при меньшем числе аргументов

$$Y = -77.36 - 1.25X_1 - 0.10X_2 + 0.07X_3 - 0.11X_4 + 0.07X_5 \qquad (4)$$

$$(r = 0.92,\ R = 0.85,\ F = 29.4,\ p = 0.000),$$

где $X_1$ — максимальная высота снежного покрова, $X_2$ — сумма эффективных температур, $X_3$ — годовая сумма осадков, $X_4$ — сумма осадков за май—июнь, $X_5$ — сумма осадков за июль—сентябрь. Влияние анализируемых факторов на сумму двух структурных составляющих в динамике численности таежного клеща распределяется следующим образом: высота снежного покрова — 44.4, гигротермические условия весенне-осеннего сезона — 55.6 %. Таким образом, ход изменения численности таежного клеща в рассматриваемых компонентах достаточно хорошо согласуется с предшествующим на 1—2 года ходом изменения важнейших климатических показателей. Ретропрогноз показывает, что циклические колебания численности таежного клеща не нарушаются и за пределами наших наблюдений. Расчетная численность клещей за 1954—1957 гг. дополняет циклическую кривую еще одной восходящей ветвью (рис.1).

3. Анализ «остатков»; краткосрочный прогноз. После вычитания трендовой и среднесрочной циклической компоненты из состава временного ряда численности таежного клеща остаются «высокочастотные» составляющие с периодом колебаний в 2—3 года (рис. 3, *А*). Спектральный анализ показал, что доминирует среди них гармоника с двухлетним периодом (Коротков и др., 1992). Это же подтверждается и результатами двухстороннего автокорреляционного анализа (рис. 3, *Б*). Размах колебаний, а соответственно и дисперсия, в двухлетних циклах возрастает вблизи максимумов численности клещей в среднесрочных циклах (рис. 1, 3, *А*, *Б*). Коэффициенты корреляции не только меняют свой знак с периодичностью в два года, но их абсолютная величина то возрастает, то убывает с периодичностью в 9—11 лет.

Регрессионный и различные виды корреляционного анализа показали, что отклонения численности от линии тренда и среднесрочной циклической компоненты не удается связать функционально ни с одним из рассматриваемых факторов среды. Причины таких колебаний поддаются анализу, но заслуживают отдельного рассмотрения. В рамках настоящего сообщения ограничимся уже установленными фактами, вполне достаточными для статистического описания динамики численности таежного клеща в исследуемом районе. Эти факты таковы: наличие в составе хронологичес-

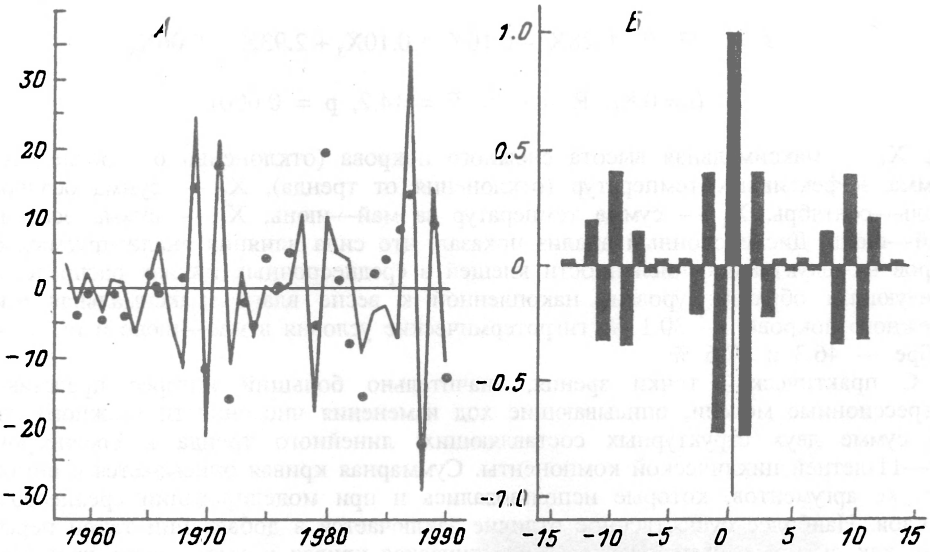

Рис. 3. Отклонения численности таежного клеща от суммы трендовой и среднесрочной циклической составляющей.

*А* — наблюдаемые (ломаная линия) и рассчитанные (точки) по уравнению 7-го отклонения; по оси абсцисс — годы наблюдений; по оси ординат — отклонения, клещей/км; *Б* — двусторонняя автокорреляция отклонений; по оси абсцисс — сдвиг автокорреляционной функции, годы; по оси ординат — коэффициент автокорреляции.

Fig. 3. Fluctuation of the taiga tick number from the sum of the trend and middle-term cyclic components.

кого ряда численности достоверных трендов и циклов с периодами в 5—6 и 9—11 лет, достаточно тесная связь этих составляющих с климатическими факторами, авторегрессия численности с периодом в два года. Перечисленные условия и результаты проведенного выше исследования позволяют выразить отклонения численности в виде простого соотношения

$$Y = -0.18 - 0.73X \ (r = 0.73,\ R = 0.54,\ F = 36.1,\ p = 0.000), \qquad (5)$$

где Y — ожидаемые отклонения численности в какой-либо сезон n, X — наблюдаемые отклонения в сезон n–1. Если включить в уравнение регрессии в качестве самостоятельного аргумента среднюю численность по сумме трендовой и среднесрочной циклической компоненты, то мы получим возможность прогнозировать уже не отклонения, а ожидаемую численность

$$Y = -9.89 + 1.31X_1 - 0.79X_2 \ (r = 0.89,\ R = 0.79,\ F = 52.5,\ p = 0.000), \qquad (6)$$

где Y — прогнозируемая численность на какой-либо сезон n, $X_1$ — численность по сумме трендовой и среднесрочной циклической компоненты в сезон n–1 [оценивается по выровненной кривой численности или рассчитывается по уравнению (4)], $X_2$ — наблюдаемые отклонения численности от $X_1$ в сезон n–1. Для практических целей краткосрочного прогноза удобнее представить расчетное уравнение в несколько ином виде, в котором аргументом $X_2$ становятся не отклонения, а наблюдаемая численность в сезон n–1

$$Y = -6.30 + 1.84X_1 - 0.64X_2 \ (r = 0.86,\ R = 0.74,\ F = 36.1,\ p = 0.000). \qquad (7)$$

Расчетные значения отклонений и численности достаточно хорошо совпадают с наблюдаемыми как по фазе, так и по абсолютной величине (рис. 1, 3).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный нами структурный анализ показал, что динамика численности таежного клеща в исследуемом районе представляет собою сложный полициклический процесс, складывающийся из квазипериодических колебаний с периодами в 2, 5—6 и 9—11 лет. В других частях ареала отмечались, кроме того, и циклы с периодами в 3—4, 15—17 и 20—23 года (Наумов, 1984; Окулова, 1986; Коротков и др., 1989). Среднесрочные циклические составляющие с периодом от 5—6 до 20—23 лет синхронизированы с колебаниями климата. Такая синхронизация весьма сложно организована и обычно не выявляется феноменологическими или регрессионными методами. Последний вид исследования становится более плодотворным после разложения данных на отдельные циклические составляющие и выявления трендов. В результате этого упрощается и визуальный анализ сравниваемых переменных, который однако далеко не всегда приносит положительные результаты. Интерпретация таких данных затрудняется из-за существенных различий в амплитуде, величине фазовых смещений, а нередко — и длительности их периодов. Общим для среднесрочных циклов численности и климата остается кратность их периодов 5—6 годам, а наиболее существенным отличием — особенности группировки 5—6-летних циклов в циклы более высокого порядка. Среднесрочные колебания климата протекают с периодами в 5—6 и 15—17 лет, а флуктуации численности — с периодами в 5—6 и 9—11 лет.

Для понимания выявленных противоречий важно бывает учитывать особенности ответной реакции популяции на разную интенсивность воздействующего фактора. Из наших данных следует, что такая реакция подчиняется экологическому правилу оптимума, согласно которому экстремальные условия среды как с минимальными, так и с максимальными значениями приводят к одинаковому результату — снижению жизнедеятельности организмов, а на популяционном уровне — к снижению их численности. Это становится одной из наиболее существенных причин фазовых смещений в ходе двух функционально связанных процессов и к появлению в зависимой величине циклов иного порядка, чем характерно для независимой переменной.

Продолжительные направленные изменения климата в среднесрочных циклах и по линии трендов ведут к сукцессионным преобразованиям лесных биоценозов. Клещи наиболее чутко реагируют на длительное переувлажнение территории, следствием которого становятся подъем грунтовых вод, расширение заболоченной территории, застой воды в понижениях рельефа. Все это снижает емкость среды обитания клещей и приводит к многолетнему спаду их средней численности. Краткосрочные изменения погодных условий в отдельные отрезки сезона или даже в отдельные годы не оказывают столь существенного прямого влияния на численность клещей, имеющих сложную и достаточно совершенную систему адаптаций к сезонным и годовым колебаниям внешних условий (Балашов, 1967).

Таким образом, разложение на отдельные структурные составляющие зависимых и независимых переменных способствует лучшему пониманию причин колебания численности таежного клеща, его сложнообусловленных реакций на краткосрочное и долгосрочное изменение внешних условий, создает новые предпосылки к совершенствованию системы прогноза численности переносчика инфекций в очагах клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов.

## Список литературы

Бабенко Л. В., Рубина М. А. Прогнозирование обилия таежного клеща // Вопросы эпидемиологии клещевого энцефалита и биологические закономерности в его природном очаге. М., 1968. С. 213—217.

Балашов Ю. С. Кровососущие клещи (Ixodoidea) — переносчики болезней человека и животных. Л., 1967. 319 с.
Верета Л. А. Принципы прогнозирования заболеваемости клещевым энцефалитом. М., 1975. 135 с.
Волков В. И., Ершов Н. Е. Количественное прогнозирование обилия клеща таежного (Ixodes persulcatus P. Sch.) // Вест. зоол. 1979. № 4. С. 69—73.
Глобальный климат. / Ред. Дж. Хотон. Пер. с англ. Л., 1987. 501 с.
Компьютерная биометрика. / Ред. В. Н. Носов. М., 1990. 231 с.
Коренберг Э. И. Инфекции группы Лайм боррелиоза в России // Мед. паразитол. 1996. № 3. С. 14—18.
Коротков Ю. С., Акулова Л. М., Хазова Т. Г. и др. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы» // Мед. паразитол. 1992. № 3. С. 7—10.
Коротков Ю. С., Волчкова Г. А., Кисленко Г. С. и др. Циклические изменения численности таежного клеща в Удмуртии // Мед. паразитол. 1989. № 1. С. 65—69.
Лабзин В. В. Паразитирование на млекопитающих // Таежный клещ Ixodes persulcatus Schulze (Acarina, Ixodidae). Л., 1985. С. 291—307.
Лутта А. С. Паразитологическая ситуация клещевого энцефалита в Карелии // Биологические основы борьбы с трансмиссивными и паразитарными заболеваниями на Севере. Петрозаводск, 1972. С. 141—149.
Максимов А. А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз. Новосибирск, 1984. 250 с.
Наумов Р. Л. Прогноз численности // Таежный клещ Ixodes persulcatus Schulze (Acarina, Ixodidae). Л., 1985. С. 329—333.
Наумов Р. Л., Лабзин В. В., Гутова В. П. Цикличность изменения элементов паразитарной системы очагов клещевого энцефалита // Паразитол. сб. ЗИН. Л., 1984. Т. 32. С. 130—160.
Никифоров Л. П. Млекопитающие природного очага клещевого энцефалита в Козульском районе Красноярского края // Вопросы эпидемиологии клещевого энцефалита и биологические закономерности в его природном очаге. М., 1968. С. 38—75.
Окулова Н. М. Биологические взаимосвязи в лесных экосистемах. М., 1986. 248 с.
Ягодинский В. Н. Динамика эпидемиологического процесса. М., 1977. 240 с.

Институт полиомиелита и вирусных
энцефалитов им. М. П. Чумакова РАМН,
Москва, 142782

Поступила 24.03.1997

# CYCLIC PROCESSES IN THE DYNAMIC OF IXODES PERSULCATUS NUMBER (ACARINA: IXODIDAE) AND THEIR RELATION TO WEATHER AND CLIMATIC CONDITIONS

Yu. S. Korotkov

*Key words*: Ixodidae, *Ixodes persulcatus*, dynamic of number, weather, climate.

## SUMMARY

The paper continues the discussion of published materials on the dynamic of *Ixodes persulcatus* number in mountain forests of the central part of the Krasnoyarsk region during 1958—1990 (Korotkov e. a., 1992). An unstationarity and polycyclicity of examined processus is confirmed. It is shown, that logn-term and middle-term quasiperiodical fluctuations of the tick number are determined by successive changings in

forest biocenoses going under the influence of respective fluctuations of the climate. The synchronization of climatic and biocenotic processes is complicately organized in time and is not indicated phenomenologically. Certain quasi-periodical components in their indices of the tick number and climate are quite different by their amplutude, value of phase displacement, and longivety of terms. However, these structural differences are natural and determined by peculiarities of the response reaction of *I. persulcatus* to different intesivity of acting factor. This reaction under extremal environment conditions, both minimal and maximal ones, leads to the same result, the decreasing of the vital activity and the tick number.